
Leyes de los gases

Objetivo

Demostrar experimentalmente algunas leyes que rigen el comportamiento ideal de los gases, tales como la ley de Charles, la ley de Boyle y la ley de Gay-Lussac. Así como entender el funcionamiento de un motor de calor

Introducción

El motor de calor de pistón pequeño es usado en varios experimentos, incluyendo la ley de los gases ideales y para investigaciones sobre el funcionamiento de un motor de calor. El equipo permite medir la cantidad de trabajo realizado por la energía térmica.

El corazón de este aparato es un sistema de pistón/cilindro casi libre de fricción. El pistón de grafito encaja perfectamente en un cilindro rectificado con precisión, de modo que el sistema produce un movimiento casi sin fricción y con fugas insignificantes.

Teoría

Ley de Charles

La ley de Charles establece que, a una presión constante, el volumen de una masa fija o cantidad de gas varía directamente con la presión absoluta:

$$V = cT \quad (1)$$

En la fórmula, V es el volumen, T es la temperatura absoluta medida en Kelvin y c es una constante.

Ley de Boyle

La ley de Boyle establece que el producto del volumen de un gas por su presión es constante a una temperatura fija.

$$PV = a \quad (2)$$

Donde a es una constante.

Por tanto, a una temperatura fija, la presión será inversamente proporcional al volumen. A medida que aumenta la presión, el volumen disminuye. La relación que se muestra a continuación muestra que una gráfica de presión versus el recíproco del volumen será lineal.

$$P = \frac{a}{V} \quad (3)$$

Ley combinada de los gases (Gay-Lussac)

La ley de Charles establece que el volumen es proporcional a la temperatura ($V \propto T$), y la ley de Boyle establece que el volumen es proporcional al recíproco de la presión ($V \propto 1/P$), donde $\propto$ es un símbolo de proporcionalidad. Combinando las dos declaraciones se obtiene lo siguiente:

$$P = \frac{kT}{V} \quad (4)$$

Donde k es una constante.

La ley combinada de los gases predice que, para una masa dada de gas, si el volumen (V) se mantiene constante, la presión (P) es directamente proporcional a la temperatura (T).

Material

- Sensor de presión PASCO
- Sensor de temperatura PASCO
- Interfaz PASCO con cable y adaptador
- Parrilla eléctrica
- Soportes
- Recipiente térmico
- Contenedor de agua
- Hielo
- Set de masas

Experimento 1: Operación de un motor de calor

Instalación del equipo

1. Usando el tapón de un orificio, conectar el tubo con las válvulas unidireccionales a la cámara de aire y a un puerto de conexión en el conjunto de la base.
2. Cerrar la válvula del puerto que no está siendo utilizado.
3. Colocar una masa de 50 a 100 g en la plataforma de masa en la parte superior del pistón. Asegurar que el tornillo de bloqueo se encuentre aflojado para permitir al pistón moverse con libertad.
4. Preparar dos recipientes, uno con agua caliente (aproximadamente 80°) y otro con agua fría o a temperatura ambiente.

Nota: Utilice una masa máxima de 100 gramos en el experimento. Una masa mayor provocará fugas en los sellos de la válvula.

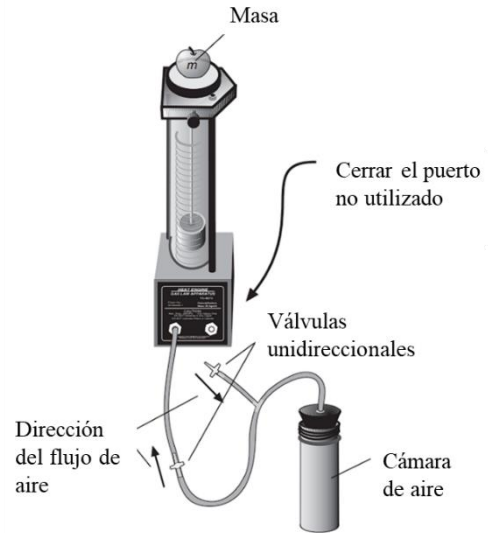


Figura 1: Configuración para el experimento

Procedimiento

1. Sumerge la cámara de aire dentro del contenedor de agua fría y déjala reposar.
2. Mueve la cámara de aire de un baño de agua fría a un baño de agua caliente. Notarás que el aire en la cámara se expande rápidamente a través del tubo y mueve el pistón hacia arriba. Ten en cuenta también que la válvula de retención unidireccional en el tubo que conecta el pistón y la cámara de aire permite que, entre aire al cilindro, mientras que la otra válvula de retención unidireccional evita que el aire salga a través del tubo ramificado.
3. Mueve la cámara de aire nuevamente al baño frío y observa que el aire externo es aspirado hacia la cámara de aire a través de la válvula unidireccional ubicada en el extremo del tubo ramificado. Ten en cuenta también que la válvula unidireccional en el tubo de conexión evita que el aire se escape del pistón, por lo que la altura del pistón sigue siendo la misma.

-
4. Repite los pasos 1 al 3 hasta que la masa se haya levantado por completo. Cuanto mayor sea el diferencial de temperatura entre los baños de agua fría y caliente, mayor será la elevación lograda en cada ciclo a través de ellos.

Preguntas

1. ¿Por qué el pistón sube cuando la cámara de aire se sumerge en el recipiente con agua caliente?
2. ¿Cuál sería el efecto sobre el pistón si se conecta con la cámara de aire mediante un tubo bidireccional y luego exponer la cámara al baño frío? ¿Por qué sucede esto?

Ley de Charles

Instalación del equipo

1. Coloque el Pistón de lado, de modo que el cilindro quede totalmente horizontal y la escala métrica quede mirando hacia arriba. Aflojar el tornillo de bloqueo de forma que el pistón pueda moverse libremente. Empezar con el pistón en su posición más baja (a 0 mm).
En la posición horizontal, la fuerza que actúa sobre la plataforma de masas del Pistón es la presión atmosférica y es constante en todo el rango de movimiento del pistón (de 0 a 100 mm). Se puede registrar la posición del pistón utilizando la escala métrica situado en el lateral del cilindro.
2. Conectar el pistón y la cámara de aire usando el tapón de un orificio y un tubo que permita la circulación de aire bidireccional.
3. Conectar un sensor de temperatura PASCO a la interfaz PASCO y conectar esta última a una computadora.

4. Preparar un recipiente con agua caliente (Unos 80°C). Deje colgar el sensor de temperatura sobre el agua caliente a través de un soporte, pero sin dejar que la punta del sensor toque el fondo del recipiente

Configuración de software

1. Inicie el software de Pasco Capstone y configure un indicador digital para mostrar la temperatura.
2. Prepare el registro para mostrar la temperatura y posición del pistón. NOTA: El volumen en el cilindro depende de la posición del pistón y el área de superficie del pistón. El diámetro del pistón es de $15.9 \pm 0.1\text{ mm}$.
3. Coloque la cámara de aire en el contenedor con agua caliente. Una vez que la cámara se equilibre con la temperatura del agua, registre la temperatura y posición del pistón.
4. Añada hielos al contenedor. Registre la temperatura y la posición del pistón a intervalos regulares de tiempo mientras el agua se enfría.
5. Deje de registrar datos una vez el pistón deje de moverse (la temperatura del agua alcance un valor cercano a 0°C o deje de disminuir).



Figura 2: Montaje del equipo

Datos y Cálculos

1. Calcule y registre las temperaturas en grados Kelvin en la tabla 1.
2. Calcule el volumen milimétrico para cada posición del pistón registrada y regístrelo en la tabla 1.
3. Realice una gráfica de temperatura respecto al volumen. Determine si la pendiente de la gráfica es lineal.

Tabla 1. Datos de temperatura y volumen

Temperatura C°	Temperatura K	Posición mm	Volumen mm ³

Preguntas

1. ¿Qué tan bien respalda su gráfica de temperatura-volumen la idea de que el volumen de un gas a presión constante es directamente proporcional a la temperatura absoluta del gas?

Ley de Boyle

Instalación del equipo

1. Aflojar el tornillo de bloqueo de forma que el pistón pueda moverse libremente. Empezar con el pistón en su posición más alta. Ajustar el tornillo de bloqueo momentáneamente para mantener el pistón en su lugar.
2. Conectar un Sensor de Presión a uno de los puertos de la base del pistón.
3. Bloquear la salida de aire del puerto sin utilizar.
4. Conectar el Sensor de Presión a una computadora mediante una interfaz PASCO.

Configuración de software

1. Inicie el software PASCO Capstone y configure una pantalla de indicador digital para registrar la presión. Configure el registro de datos a manual (introducir los datos de posición a mano).
2. Coloque una gráfica de presión respecto al tiempo.
3. Configure una tabla que permita registrar manualmente la posición del pistón. Cree un cálculo para el volumen del cilindro basado en la posición del pistón. Añada el cálculo a la tabla.
NOTA: El volumen del cilindro depende de la posición del pistón y la superficie de área del pistón. El diámetro del pistón es de 15.9 ± 0.1 mm.

Datos y Cálculos

1. Anote los valores de posición y presión del pistón al estar en el máximo nivel.
2. Afloje el tornillo de bloqueo. Presione la plataforma del pistón hacia abajo por una serie de niveles y registrar la presión y la posición para cada nivel. (NOTA: Mantener la presión por debajo de 10.5 kPa para no exceder el límite del sensor).
3. Deje de registrar datos cuando la presión alcance los 10 kPa aproximadamente.
4. Use los datos recolectados para mediante software realizar una gráfica del volumen respecto al recíproco de la presión. Determine si la pendiente de la gráfica es lineal.

Tabla 2: Datos de presión y volumen

Presión kPa	Altura mm	Volumen mm ³

Pregunta

1. ¿Qué tan bien respalda su gráfica la idea de que el volumen de un gas a temperatura constante es inversamente proporcional a la presión del gas?

Ley de Gay-Lussac**Instalación del equipo**

1. Conectar el sensor de presión a un puerto de la base del pistón
2. Conectar el Sensor de Presión a una computadora mediante una interfaz PASCO.

3. Usando el tapón de un orificio, conecte el tubo a la cámara de aire y al otro puerto de la base del pistón.
4. Conectar el Sensor de Temperatura a una computadora mediante una interfaz PASCO.
5. Añadir agua fría en el recipiente y colocarlo sobre la parrilla eléctrica. Dejar colgar el sensor de temperatura en el agua caliente con ayuda de un soporte. Evitar que la punta del sensor toque el fondo del recipiente
6. Colocar la cámara de aire dentro del recipiente con agua, ayudarse de un soporte para que la cámara quede sumergida.

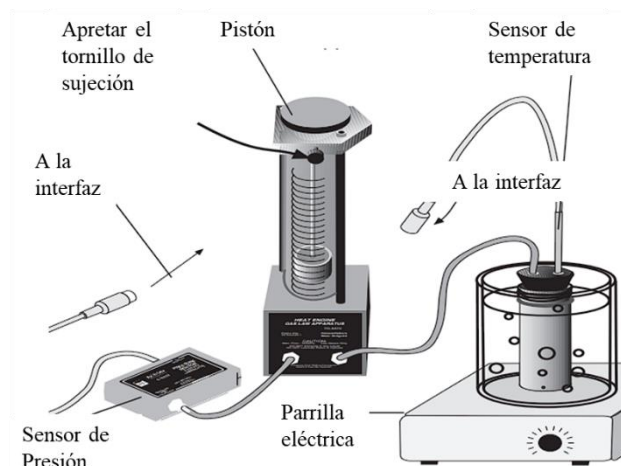


Figura 3: montaje de los sensores en el pistón

Configuración de software

1. Inicie el software PASCO Capstone.
2. Configure una pantalla de gráfica para registrar la presión y la temperatura.
3. Registre la presión y temperatura conforme el agua incrementa su temperatura. Detenga el registro antes de que el agua hierva.

Datos y Cálculos

1. Use los datos recolectados para mediante software realizar una gráfica de la presión respecto a la temperatura. Determine si la pendiente de la gráfica es lineal.

Pregunta

1. ¿Qué tan bien respalda su gráfica de presión versus temperatura la idea de que la presión de un gas a volumen constante es directamente proporcional a la temperatura del gas?